



Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado"

Decanato de Agronomía

Programa de Ingeniería Agroindustrial

Revista Científica A.S.A

ISSN: 2343-6115 Depósito Legal No ppl201302LA4406

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE PARBOLIZADO Y CALIDAD DE LAS VARIEDADES DE ARROZ PAYARA 1FL Y SD20A

Salazar Heliana, Barazarte Humberto, Padua Marlene, Estanga Marisela

Programa de Ingeniería Agroindustrial. Decanato de Agronomía. Universidad

Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela. more_heli@hotmail.com

humbertobarazarte@ucla.edu.ve mrpadua@gmail.com mariselaestanga@ucla.edu.ve

ASA/EX - 2019-29.

Recibido: 20-03-2019

Aceptado: 31-09-2019

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el proceso de parbolizado y calidad de las variedades de arroz Payara 1FL y SD20A, provenientes de una planta arrocera comercial. La investigación se desarrolló en tres etapas: etapa 1, la determinación de las condiciones del parbolizado a nivel de laboratorio (remojo, cocción a vapor y secado); etapa 2, determinación del rendimiento en molino de las variedades Payara 1FL y SD20A parbolizadas y sin parbolizar, y etapa 3, análisis proximal de las muestras de arroz blanco y arroz parbolizado procesado en una empresa. El estudio es de tipo de campo experimental y los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente, utilizando el programa STATGRAPHICS mediante un Análisis de Varianza. En el estudio se concluyó que las condiciones óptimas para el parbolizado a nivel de laboratorio fueron de 20 horas de remojo a una temperatura de 40°C, cocción a vapor por 35 minutos y un secado a 45 °C por 24 horas. En cuanto al rendimiento en molino fue para la variedad SD20A de 58,78% y para la variedad Payara 1FL 57,13%, demostrando ambas variedades una buena calidad molinera. Para el análisis proximal se obtuvo valores en fibra cruda de 0,5 a 0,77%, en grasa 0,77 a 1,74%, ceniza 0,20 a 0,66%, proteína 6,88 a 6,69%, carbohidratos 80,45 a 78,64% y humedad 11,5% para la muestra parbolizada SD20A. En payara 1FL, los valores obtenidos en fibra cruda de 0,51 a 0,84%, en grasa 0,41 a 1,14%, ceniza 0,21 a 0,53%, para proteína 6,06 a 6,88%, humedad 11,5% y carbohidratos 81,6 a 80,2%. Comparado con el arroz blanco, se presentaron diferencias significativas dado al proceso de pulido, presenta menores cantidades de nutrientes. Demostrando que el proceso de parbolizado permite mejores características físicas y químicas así como también el rendimiento en molino de las variedades SD20A y Payara 1FL.

Palabras clave: Arroz parbolizado, arroz blanco, contenido nutricional, variedades.



EVALUATION OF THE PARBOLIZED PROCESS AND QUALITY OF THE VARIETIES OF RICE PAYARA 1FL AND SD20A

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the process of parbolizado and quality of the varieties of rice Payara 1FL and SD20A, coming from a commercial rice plant. The investigation was carried out in three stages: stage 1, the determination of the conditions of the parboiled at the laboratory level (soaking, steam cooking and drying); stage 2, determination of the mill performance of the parboiled and unbolted Payara 1FL and SD20A varieties, and stage 3, proximal analysis of the samples of white rice and parboiled rice processed in a company. The study is of the experimental field type and the results obtained were statistically analyzed, using the STATGRAPHICS program using a Variance Analysis. The study concluded that the optimal conditions for parboiling at the laboratory level were 20 hours of soaking at a temperature of 40 ° C, steam cooking for 35 minutes and drying at 45 ° C for 24 hours. Regarding the mill performance, it was for the SD20A variety of 58.78% and for the Payara 1FL 57.13% variety, both varieties showing good milling quality. For the proximal analysis, raw fiber values of 0.5 to 0.77%, fat 0.77 to 1.74%, ash 0.20 to 0.66%, protein 6.88 to 6.69% were obtained. , carbohydrates 80.45 to 78.64% and humidity 11.5% for the parboiled sample SD20A. In payara 1FL, the values obtained in crude fiber from 0.51 to 0.84%, in fat 0.41 to 1.14%, ash 0.21 to 0.53%, for protein 6.06 to 6.88 %, humidity 11.5% and carbohydrates 81.6 to 80.2%. Compared to white rice, there were significant differences due to the polishing process, it has lower amounts of nutrients. Demonstrating that the parboiling process allows better physical and chemical characteristics as well as the mill performance of the SD20A and Payara 1FL varieties.

Keywords: Parboiled rice, white rice, nutritional content, varieties.



INTRODUCCIÓN

A escala mundial, el arroz (*Oryza sativa* L.) es el cultivo de cereales más importante, se produce en todos los continentes, siendo el alimento principal de las dos terceras partes de la población mundial. (FAO, 2017). En Venezuela, es el segundo cereal en producción del país, tiene una potencialidad alta de rendimiento (FAO, 2000).

El arroz proveniente del campo es el entero, conocido mundialmente como "paddy" o arroz cáscara; contiene una estructura externa fibrosa y no comestible llamada cascarilla (glumas y glumillas). Cuando se le quita la cascarilla pero se conservan el pericarpio (afrecho) y el germen, es el arroz integral o arroz cargo; de color marrón, que después del pulido se transforma en arroz blanco (FAO, 2005).

Para aumentar el rendimiento industrial, el arroz cáscara se somete a un proceso de parbolizado, que consiste en

una hidratación a temperatura superior a la de ambiente, seguida de un tratamiento con vapor a presión. Finalmente el arroz parbolizado se seca, descascara y pule para obtener arroz blanco. El parbolizado favorece la migración de nutrientes desde el pericarpio hacia la endosperma enriqueciendo el producto. El rendimiento en grano entero (no quebrado) se incrementa dado que la gelatinización posibilita la recuperación de granos fisurado (Loubes et al. 2013; Espinoza y Farías, 2017).

El proceso de parbolizado consigue hidrolizar, proteínas, vitaminas y grasas contenidas en la epidermis de modo que quedan contenidas y repartidas en la masa de almidón gelatinizado del endospermo, difundiéndose en la masa del grano los principios nutritivos y vitamínicos contenidos en el salvado o afrecho, transformándolo en formas más asimilables; esto permite apreciar que dicho proceso ofrece ventajas en la producción de arroz. Como lo son: mejora de las cualidades nutritivas, mejoras en la presentación del grano, así como también



mejoras en la conservación para evitar deterioro durante la germinación y hasta la eliminación de ataque de insectos y hongos (FAO, 2016).

La calidad de grano de arroz hace referencia a todas aquellas cualidades del grano que es posible evaluar y que lo describen, la calidad física del grano, la calidad nutricional, la calidad culinaria y la calidad molinera (Bello, 2009). En cuanto a la calidad nutricional del grano, se determina el contenido de humedad, materia grasa, fibra alimentaria, cenizas (materia inorgánica) y proteínas. La calidad molinera de grano hace referencia al rendimiento de ese grano en la industria, a partir de la determinación del porcentaje de cáscara, de arroz integral, de afrechillo, de arroz blanco y sobre ese arroz blanco, el contenido de granos quebrados así como el tamaño de esos granos quebrados (Dotta, 2010).

En vista de que son dos variedades nuevas surgió la necesidad de investigar

el comportamiento que tiene tanto la variedad payara 1FL como SD2 en un proceso de parbolizado y comprobar si ambas variedades pueden aumentar el rendimiento industrial del arroz cáscara así como también mejorar su valor nutricional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron las variedades de arroz Payara 1FL y SD20A, provenientes de una planta arrocera comercial en la ciudad de Acarigua, estado Portuguesa. La investigación experimental se ejecutó en tres etapas: etapa 1, determinación de las condiciones del parbolizado a nivel de laboratorio (remojo, cocción a vapor y secado); etapa 2, determinación del rendimiento en molino de las variedades payara 1FL y SD20A parbolizadas y sin parbolizar; etapa 3, análisis proximal de las muestras de arroz blanco y arroz parbolizado.



Etapas 1: Determinación de las condiciones del parbolizado a nivel de laboratorio (remojo, cocción a vapor y secado).

Los análisis para el desarrollo de las condiciones del proceso del parbolizado fueron realizados en el laboratorio de la Unidad de Investigación Ecología y Control de Calidad, Decanato de Agronomía, Programa Ingeniería Agroindustrial, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Antes de iniciar la evaluación, las muestras se lavaron, para remover los granos poco pesados y vanos, debido a que éstos flotan al tener menor densidad. Al finalizar el lavado, los granos se escurrieron y se pesaron. La preparación del arroz paddy parbolizado incluyó tres etapas: remojo, cocción y secado.

Remojo:

El proceso de remojo consistió en colocar una muestra de 100g de cada variedad en un vaso de precipitado 600mL, al cual le fue adicionado 300mL agua; estableciendo una relación agua/arroz, de 1:3 (Figura 1 A). Luego se sumergieron con una frecuencia de 6, 20, 24 y 36hr, en

un baño termostático marca ISOTEMP 220 a 40° C. Al finalizar el período de remojo, el agua se removió y las muestras se colocaron sobre un colador (Figura 1 B), posteriormente se pesaron las muestras para conocer la cantidad de agua retenida durante esta etapa. La cantidad de agua retenida por la muestra se midió pesando la muestra antes y después de la fase de remojo. El porcentaje de absorción de agua fue determinado por la diferencia de peso entre el peso inicial del arroz sin remojar multiplicado por 100.

Cocción

El proceso de cocción consistió en colocar en baño de agua a 90°C las muestras provenientes del proceso de remojo (Figura 1 C). El arroz cáscara no estaba saturado con agua pero expuesto al vapor generado del baño de agua. A continuación el arroz cáscara se expuso al vapor para gelatinizar el almidón, el tiempo requerido para este proceso varía dependiendo del tiempo de hidratación de cada muestra. Para la muestra con hidratación de 6 horas tardó 90 minutos para su cocción, seguidamente la muestra

de 20 horas, 35 minutos y la de 24 horas, 20 minutos. Luego se procedió a medir humedad en una termobalanza.

Secado

Para el proceso de secado, se ensayaron dos temperaturas de secado (45°C y 65°C), en una estufa de aire marca Lab-line. Para esto el arroz cocido se dispuso en una bandeja de 30×20 centímetros, con una capa de espesor de 1 centímetro (Figura 1

D). El secado se llevó a cabo por 24 horas a una temperatura de 45°C y por 3 horas para la temperatura de 65°C . Transcurrido el tiempo de secado a ambas temperaturas las muestras de arroz paddy parbolizada SD20A y payara 1FL se colocaron en un desecador en reposo por 4 horas para disipar el calor, que recibió durante las etapas de remojo, cocción y secado. Luego se procedió a medir la humedad con el equipo Steinlite SB900.

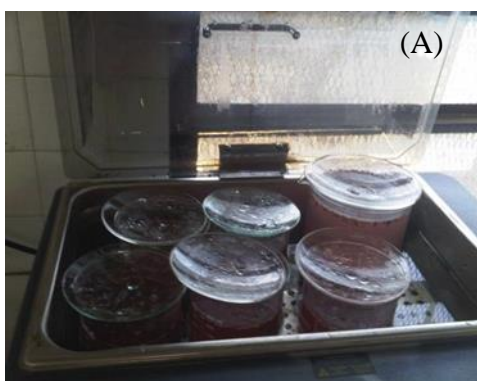


Figura 1.- Etapas del parbolizado: (A) remojo (B) escurrido (C) cocción a vapor (D) Secado.



Etapla 2. Determinación del rendimiento en molino de las variedades payara 1FL y SD20A parbolizadas

Los granos de arroz tratados hidrotérmicamente se procesaron en un molino de laboratorio marca Zaccaria, este equipo es tres en uno (descascarador, pulidor, clasificador). Se pesó 1 Kg de arroz parbolizado de cada variedad, se realizaron diez pruebas rápidas pasando el arroz por el descascarador en muestras de 100gramos por 15 segundos. Seguidamente se efectuó el pulido de los granos con el mismo equipo por un minuto en la cámara de pulido. A continuación, se separaron los granos enteros de los partidos en base a su diferente tamaño usando un tambor clasificador. Todos los análisis durante esta fase, se realizaron siguiendo la norma COVENIN 44-90 (COVENIN, 1990) la cual establece lo siguiente:

Granos enteros: Son aquellos granos de arroz pulido cuya longitud es igual o mayor a las tres cuartas partes (3/4) de la longitud del grano normal.

Granos partidos: Son aquellos pedazos de granos pulidos cuyo tamaño sea menor a las tres cuartas partes (3/4) de la longitud media del grano entero. Se calcula por la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de granos partidos} := \frac{m_1}{m} \times 100$$

Donde:

m= Masa de la muestra limpia en granos

m₁= Masa de los granos partidos en gramos

Porcentaje de rendimiento de grano entero: es la relación porcentual en masa de los granos enteros de arroz blanco con respecto al arroz cascara. Se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Rendimiento} := \frac{\text{Rendimiento de granos entero}}{1} \times \frac{\text{Blanco Total}}{100}$$

Etapla 3. Análisis proximal de las muestras de arroz blanco y arroz parbolizado procesado en la empresa

Para el análisis proximal de las variedades de arroz pulido y parbolizadas (SD20A y Payara 1FL) se realizaron



pruebas de humedad, grasa, fibra, ceniza y proteínas. Los análisis se realizaron por triplicado.

Humedad

Se verificó la calibración de la balanza con apreciación de 0,1 gramos; se pesaron 250 gramos de arroz Paddy, después de eliminadas las impurezas se introdujo por la boca de alimentación del analizador de humedad tipo steinlite, se esperó un minuto, posteriormente se leyó la temperatura señalada en el termómetro, luego se pasó la muestra a la parte inferior del equipo. Se tomó nota de la lectura indicada en la escala. La lectura obtenida se llevó a la tabla donde se encuentra el porcentaje de humedad y se corrigió la humedad obtenida en función de la temperatura registrada si es paddy húmedo se suma 0,7 y si es seco se le resta 0,1.

Cenizas

Se realizó por incineración de la muestra a temperatura de 525°C hasta la combustión completa de toda su materia orgánica, quedando un residuo mineral.

Según Norma Venezolana COVENIN 1783-81, (COVENIN, 1981). El equipo utilizado fue una Mufla eléctrica marca Thermolyne type 48000 con regulador de temperatura.

Proteína por el método de Microkjeldahl

Determinación de nitrógeno total se utilizó el método según COVENIN 1195-80 (COVENIN, 1980). (Método de Microkjeldahl). Las muestras se digirieron con ácido sulfúrico caliente más un agente catalítico que favorece la reacción convirtiendo todo el nitrógeno orgánico e inorgánico a nitrógeno amoniacal. El amonio se liberó al agregar un álcali y se destiló la muestra por arrastre de vapor en ácido bórico; con el cual forma los iones amonio y borato. La titulación se efectuó con un ácido estandarizado que en forma indirecta proporciona el contenido de nitrógeno.

Se molió y se pesó con precisión 1 g de muestra y se colocó en el matraz microkjeldahl adicionalmente se le agregó 3 gramos de sulfato de potasio 0,26 g de sulfato de cobre Pentahidratado, 5 ml de



ácido sulfúrico concentrado y 3 perlas de vidrio para evitar una brusca ebullición. Seguidamente se colocó el matraz en el digestor en un ángulo inclinado y se calentó a ebullición hasta obtener un color verde claro. El equipo digestor utilizado de marca Labconco, consta de un bloque de digestión, con capacidad de 6 tubos, la temperatura se fue aumentando gradualmente a medida que ocurría la digestión, el ácido comienza a desprender gases. Luego se dejó enfriar la muestra hasta alcanzar temperatura ambiente, y se adicionó 40 ml de agua destilada y agitó.

Se hizo la conexión al equipo de destilación; se calentó y añadió 20 ml de hidróxido de sodio a 40% hasta llegar a una coloración azul. Se recogió 50 ml del destilado conteniendo ácido bórico al 2%. Al terminar de destilar, se removió el matraz receptor y se tituló con la solución estándar de ácido clorhídrico 0,1N. Se valoró el ión amonio recogido con ácido, lo que indica la cantidad de nitrógeno contenido en la muestra original. Una vez conocido el contenido de nitrógeno de la muestra, se relacionó con el contenido de

proteínas a través de un factor de conversión, que varía con el tipo de alimento, y depende de la naturaleza de las proteínas que lo componen.

Cálculos:

A = Ácido clorhídrico usado en la titulación (ml) B = Normalidad del ácido estándar

C = Peso de la muestra (g)

$$\text{Nitrógeno en la muestra (\%)} = 100 \left[\frac{(A \times B)}{C} \times 0.014 \right]$$

$$\text{Proteína cruda (\%)} = \text{Nitrógeno en la muestra} \times 5,95$$

Determinación de Grasa

Para su determinación se utilizó el método según COVENIN 1785-81 (COVENIN, 1981). Se realizó una extracción con un disolvente orgánico (hexano) por 4 horas, posteriormente se determinó el extracto seco por diferencia de peso. El equipo utilizado fue un Extractor DET- GRAS 6 piezas, equipo diseñado para realizar el clásico método Soxhlet de extracción. El contenido de grasa se cuantificó por diferencia de peso.



Determinación de Fibra Cruda

Para determinar fibra cruda se utilizó el método de la AOAC, (1990), el material después de desengrasado con éter de petróleo por 4 horas, luego por el método de Weede con un Dosi- fiber se hizo reaccionar al alimento con álcalis y ácidos fuertes en caliente, el residuo se secó y se calcinó, la diferencia de pesos entre los residuos seco y calcinado corresponden a la fibra cruda.

Determinación de Carbohidratos Totales

Se determinaron a través de una diferencia, entre el peso original de la muestra y la suma de pesos del agua, grasa, proteína, fibra cruda y cenizas (AOAC, 1990).

Análisis Estadístico

Los datos correspondientes a las determinaciones químicas efectuados a cada una de las variedades de arroz pulido y parbolizado fueron realizados por triplicado y se analizaron estadísticamente tornó muy sucia se desarrollaron microorganismos utilizando el grano

mediante un Análisis de Varianza de una sola vía en función de las diferentes muestras evaluadas utilizando el programa STATGRAPHICS (Statistical Graphics System Educational, versión 6.0). Se hicieron comparaciones de media mediante la prueba de rangos múltiples con un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones de parbolizado a nivel de laboratorio:

En la etapa de remojo

En esta etapa de remojo se evaluó el mejor tiempo de hidratación de las dos variedades. La variedad sometida al remojo de 6 horas presentó un porcentaje de absorción 13 y 14%, la de 20 horas de 30,3 y 31,9% y la de 24 horas reportó valores entre 34,3 y 36%. La muestra de 36 horas se descartó por presentar un olor desagradable, debido a que la muestra se remojo demasiado tiempo el agua se como sustrato ocurriendo fermentación del grano (Dendy et al. 2001).



Obteniéndose los mejores tiempos de remojo entre 20 y 24 horas, cabe señalar que la de 24 horas aun siendo una de mejor hidratación también comenzó a desarrollarse olores desagradables. Colina et al. (2009) reportaron valores de 24,50 y 24,42% al someter las muestras a 16 horas de remojo, valor muy cercano a la de 20 horas de hidratación justifican que el arroz integral posee capas de salvado que proporcionan una barrera a la hidratación, lo cual lleva a una penetración de agua más lenta al interior del endospermo. El remojo permite incrementar la profundidad y uniformidad de migración del agua en el grano de arroz, lo cual produce una hidratación suficiente para que el almidón se gelatinice en el proceso de cocción (Juliano y Bechel, 1985).

En la etapa de cocción

En esta etapa se evaluó el tiempo de cocción que tardó cada muestra, la de 6 horas tardó 90 minutos y al abrir el centro del grano con un bisturí se tornaba opaco o crudo, la de 20 horas tardó 35 minutos y

la de 24 horas tan solo 20 minutos, esta última muestra el grano comenzó a desintegrarse.

Valores de humedad para la muestra de 20 horas luego de la vaporización de 38%. Las diferencias en los tiempos de cocción de las muestras de arroz probablemente se debieron a la fuerte cohesión entre las células del endospermo que están estrechamente unidas. Esto hace que los granos de almidón se hidraten a una velocidad más lenta, por lo tanto un tiempo de cocción más largo (Juliano, 1985). Por otro lado Colina et al. (2009) reporto valores por encima 40% de humedad. Con un tiempo de cocción establecido de 25 minutos.

En la etapa de secado

El arroz cocido sometido a 45 °C por 24 horas alcanzó una humedad de 11,5% y la de 65°C por 3 horas 12,5%. Ambas temperaturas de secado alcanzaron la humedad adecuada establecidas por COVENIN, (1990). Sin embargo, se observó que las muestras ensayadas a la temperatura de 65°C presentaban fisuras y al momento de llevarlo al descascarador



no resistió el proceso determinado, así la temperatura de secado es de 45°C. Por otro lado, la muestra de 24 horas de remojo y 20 minutos de cocción se procedió a secar a esta temperatura determinada, debido al aumento que tuvo con la gelatinización se hizo difícil descascarar y pulir y aun así luego del secado permanecía el olor desagradable. Colina et al. (2009) reportaron valores de mejor secado de 2 horas 45 minutos a una temperatura de 82°C.

Los granos de arroz parbolizadas descascaradas se observaron traslucidos y vidriosos. Se seleccionaron por color es decir se retiraron los granos tiza y panza blanca y granos opacos, que se producen

por un mal manejo de la gelatinización. Los granos yesosos se vuelven traslucidos éste hecho se debió probablemente a que los gránulos de almidón se gelatinizan y se rompen los cuerpos proteicos adheridos unos a otros para formar una masa compacta (Martinez, 1989). Con la precocción, el arroz tomó un color amarillo claro, este cambio de color parece ser causado por el nivel relativamente alto en la reducción de azúcares y aminoácidos y el tratamiento con calor.

Rendimiento en molino de arroz blanco y arroz parbolizado de las variedades SD20A y PAYARA 1FL

Cuadro 1. Rendimiento en Molino de Arroz Blanco y Arroz Parbolizado de las Variedades Payara 1FL y SD20A

Variedad	Rendimiento (%)	Granos enteros (%)
SD20A	47,222 ± 4,13 a	63,39 ± 4,91 a
Payara 1FL	46,658 ± 1,43 a	65,34 ± 1,68 a
SD20A Parbolizado	58,774 ± 0,69 b	73,85 ± 0,59 b
Payara 1FL Parbolizado	57,138 ± 0,55 b	76,15 ± 0,51 b

Media y desviación estándar de diez repeticiones. Letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas ($\alpha=0,05$).



En el Cuadro 1 se encuentran los resultados del rendimiento en molino de arroz y granos enteros de las variedades objetos de estudio, a simple vista puede verse que con el ensayo aplicado muestra una mejora en el rendimiento de arroz parbolizado cuando se compara con la muestra sin tratar. Obteniéndose el rendimiento en molino para el arroz blanco SD20A 47,22% y payara 1FL 46,65% seguidamente un porcentaje en granos enteros de 63,39 y 65,34 respectivamente; por su parte el arroz parbolizado refleja un rendimiento en molino de 58,77% SD20A y 57,13% payara 1FL, reflejándose para la primera variedad 73,85 y 76,15% para la segunda de granos enteros.

Se evidenció diferencia estadísticamente significativas entre las muestras originales de arroz y las mismas luego de haberle aplicado el proceso de parbolizado, esto se debe probablemente al mayor volumen de expansión que tiene el arroz cuando ocurre la gelatinización del almidón sellando así cualquier grieta

o fisura, y al enfriarse esa masa compacta se torna más duro y se inicia la separación entre las dos partes de sus cáscaras. Estos resultados son similares a los obtenidos por Ayamdoo et al. (2013) donde la calidad de molienda de muestras de arroz parbolizadas se ubicaban en un rango desde 54,5 a 62% luego de aplicar el proceso de parbolización.

Por otro lado, las muestras evaluadas cumplen lo establecido por COVENIN (1990), quienes establecen que el rendimiento base en molino para los tipos de arroz paddy es de 47% y este deberá conducir a la fijación de estímulos y penalización a las variaciones de calidad del arroz paddy, ya sea por encima o por debajo de este valor.

Propiedades Químicas de Arroz Blanco y Arroz Parbolizado

Los resultados del análisis de la composición química del arroz pulido y parbolizado de las variedades SD20A y PAYARA 1FL están representado respectivamente en el Cuadro 2.



Cuadro 2.- Propiedades Químicas de Arroz Blanco y Arroz Parbolizado de las Variedades SD20A y PAYARA 1FL.

Propiedades químicas	Variedades			
	SD20A	Payara 1FL	SD20A	Payara 1FL
	Parbolizado			
Ceniza g/100g	0,21 ± 0,21 a	0,20 ± 0,08 a	0,53 ± 0,01 b	0,66 ± 0,09 b
Fibra cruda g/100g	0,51 ± 0,02 a	0,5 ± 0,03 a	0,84 ± 0,13 b	0,77 ± 0,08 b
Grasa g/100g	0,41 ± 0,05 a	0,77 ± 0,20 ab	1,14 ± 0,94 ab	1,74 ± 0,59 b
Proteína g/100g	6,06 ± 0,68 ab	6,88 ± 0,12 b	5,78 ± 0,51 a	6,69 ± 0,12 b
Carbohidratos g/100g	81,6	80,45	80,2	78,64
Humedad %	11,2	11,2	11,5	11,5

Media y desviación estándar de triplicados en base seca. Letras diferentes en la misma fila denotan diferencias estadísticamente significativas ($\alpha=0,05$).

Con respecto al contenido de cenizas se obtuvieron valores entre (0,21 y 0,52%), en la variedad de arroz blanco y por su parte el parbolizado (0,53 y 0,66%). Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las variedades observándose un incremento en el contenido de minerales luego de aplicar el tratamiento. Estos datos arrojados se encuentran dentro de los valores reportados por Storck (2004), con un 0,36% para el arroz pulido y esa misma muestra pero parbolizada con un

valor final de 0,69%. Por otro lado, estos valores también son similares a los reportados Denardin et al. (2004), con rangos 0,21 a 0,52% para arroz blanco y parbolizado 0,47-0,65%, los investigadores argumentan que ocurre por la transferencia de los minerales presentes en el pericarpio hacia el endospermo posiblemente son solubilizados y perdidos en el agua usada para remojar los granos causando un aumento en los niveles de estos componentes y mejorar el valor nutricional de grano.



Los valores de grasa encontrados en la variedad de arroz blanco es (0,41 a 0,77%) y parbolizado (1,14 a 1,74%) las muestra evaluadas no presentaron diferencia estadísticamente significativa. Esta menor proporción en materia grasa en el arroz blanco se debe probablemente al proceso que es sometido el arroz pulido y se pierde ese contenido graso que se encuentra en la capa externa del grano. Aun así, se puede observar un incremento luego de parbolizar, esto es posiblemente porque al solubilizarse y gelatinizarse el almidón se permite la entrada del solvente, logrando la extracción del aceite, lo que no sucede con el almidón crudo, ya que la grasa y la proteína se encuentran fuertemente embebidas en la matriz de almidón, es importante resaltar que los valores son similares a los obtenidos por Storck (2004) el cual tuvo un incremento de 0,36% para el arroz blanco 0,69% luego de parbolizar.

El contenido de proteínas para arroz blanco obtuvo valores de (6,06 a 6,88%) y parbolizada (5,78 a 6,69%), las

muestras evaluadas no presentaron diferencia estadísticamente significativa. Estos valores se encuentran dentro del valor (5,7%) reportado por la tabla de composición de alimentos para arroz pulido (INN, 2010).

Para las muestras de arroz parbolizada se encuentran en valores muy cercanos a 7% reportado por la Tabla de Composición Química de Alimentos del Centro de Endocrinología Experimental y Aplicada (CENEXA, 2015). Por otro lado COVENIN 2384-86 (COVENIN, 1986) establece mínimo 7% en proteínas. Estos resultados son similares a los obtenidos por Storck (2004), con rangos que van desde 5,96 % para arroz blanco y esa misma muestra pero parbolizada alcanzando 7,05%.

Las proteínas se ven afectadas sobre las propiedades mecánicas del grano porque cultivares de arroz con alto contenido de proteína cruda son probablemente más resistente a la abrasión en la producción de alto rendimiento de granos enteros de procesamiento de acuerdo con Saravia y



Koetz (2002); sin embargo, el proceso de parbolizado no afectó el contenido de proteína. No obstante, existe una amplia variación en la concentración de este nutriente, con valores entre 4,3 y 18,2%, tal como lo señala Lumen y Chow, (1995), citado en Pinceroli (2010), que se ve afectada por las características genotípicas, fertilización nitrogenada, la radiación solar y la temperatura para el desarrollo de grano (Juliano y Bechtel, 1985).

Los valores de humedad obtenidos del grano de arroz tras el descascarillado fue del 11,2% y para el arroz parbolizado de 11,5%. Este porcentaje de humedad está dentro de la norma COVENIN N°44-90. Establece que la humedad de almacenamiento del arroz en cáscara o blanco debe estar comprendida entre el 11,5 y 12,5%. Valores superiores pueden ocasionar degradación del grano debido al desarrollo de hongos y levaduras. Un índice de humedad entre 10% y 13 % asegura la conservación y durabilidad del grano.

En cuanto a los valores de fibra cruda se tiene (0,51 y 0,5%). la variedad de arroz blanco y por su parte el parbolizado (0,846 y 0,77%) Asimismo se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa. Observándose un incremento en fibra cruda luego de parbolizar. Estos valores se encuentran muy cercanos al rango reportado por De Souza (2010), 0,12 a 0,14%. Según el autor este aumento en el contenido de fibra puede ser el resultado de la contribución de almidón resistente en el salvado formado durante el proceso inicio de cocción. Por otro lado, Storck (2004), obtuvo un incremento en fibra de 0,53% para arroz blanco y luego de parbolizar 0,8%, luego de parbolizar.

Finalmente en lo que respecta a los carbohidratos, se refleja un valor para la muestra de arroz blanco de 81,6 para la SD20A y 80,45% para la payara 1FL y luego de parbolizar 80,2% para la primera y 78,64% para la segunda respectivamente. Se observa una pequeña disminución luego de parbolizar. Estos valores son consistentes a los encontrados



por Storck (2004) de (87,58%) para el arroz blanco pulido y para el parbolizado (85,08%). Resultando mayor en el arroz blanco pulido posiblemente se debe a que en el pulido se elimina totalmente el salvado quedando el endospermo, parte más utilizada para el consumo humano, constituida por los gránulos de almidón.

CONCLUSIONES

Se establecieron las condiciones de parbolizado, comprendida por las etapas de un remojo de 20 horas a una temperatura de 40°C, cocción a vapor por 35 minutos y un secado a 45°C por 24 horas.

El procesamiento hidrotérmico del grano tuvo un efecto positivo en el rendimiento en molino del grano entero, presentando un incremento para la variedad SD20A 58,78% y para la variedad PAYARA 1FL 57,13%, demostrando ambas variedades una buena calidad molinera.

Las variedades SD20A y PAYARA 1FL parbolizadas no presentaron diferencias

significativa en cuanto a las proteínas y grasas, en ceniza y fibra sí presentaron diferencias.

El contenido de humedad de las variedades SD20A y PAYARA 1FL, no presentaron valores superiores a lo establecido por la norma COVENIN.

El proceso de parbolizado permite mejores características físicas y químicas y rendimiento en molino de las variedades SD20A y Payara 1FL.

RECOMENTACIONES

Para efectos de posteriores estudios que sigan los lineamientos del presente experimento se recomienda:

En la etapa de remojo no dejar pasar más de 20 horas para evitar la fermentación del grano.

Este ensayo se realizó a nivel de laboratorio, se recomienda realizar corrida a nivel de planta para establecer



los parámetros de industrialización para la parbolización de estas variedades.

Para obtener mayor información nutricional de estas variedades se recomienda, determinar minerales y vitaminas.

Es necesario también realizar pruebas de cocción para determinar si cambia el sabor con esta mejora en el producto.

REFERENCIAS

- Association of Official Analytical Chemists AOAC. (2000). Determinación de fibra cruda. Métodos Oficiales de Análisis. New York, Estados Unidos.
- Ayamdoo, A., Demuyakur, B., Dogber, W., Owusu, L. y Ofosu, M. (2013). *Efecto de la variación de las condiciones de sancochado en las cualidades físicas de las variedades de arroz de Jasmine 85 y Nerica 14*. Laboratorio Español de la Universidad de Estudios del Desarrollo. Tamale, Ghana: Diario Americano de Tecnología de los Alimentos.
- Bello, M. (2009). Procesamiento Hidrotérmico de Arroz Cáscara. Efecto de las Condiciones de Hidratación y Cocción en el Rendimiento, Textura y Propiedades Térmicas del Grano Elaborado. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Centro de Endocrinología Experimental y Aplicada (CENEXA) (2015). Tabla de Composición Química de Alimentos [En línea]. Disponible: <http://www.cenexa.org/> [Consulta: 2016, Noviembre 10].
- Colina, J., y Guerra, M. (2009). *Obtención y Evaluación de Arroz Integral de Cocción Rápida*. Interciencia 34 (10). pág. 736-06.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (1990). Arroz Paddy (COVENIN 44-90). Caracas, Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (1981). *Productos de Cereales y Leguminosas: Determinación de Cenizas* (COVENIN 1783-81). Caracas, Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (1981). *Productos de Cereales y Leguminosas. Determinación de Grasa* (COVENIN 1785-81). Caracas, Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (1980). *Productos de Cereales y Leguminosas. Determinación de Proteínas* (COVENIN 1195-80). Caracas, Venezuela.



- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (1980). Alimentos. Determinación de nitrógeno. Método de Kjeldahl (COVENIN 1195-80). Caracas, Venezuela.
- Denardin, C.; Silva, L.; Storck, C. y Nornberg, J. (2004). Composição mineral de cultivares de arroz integral, parboilizado e branco. *Alim. Nutr.*, Araraquara, Vol 15(2):125-130.
- Dendy, D., Dobraszczyk, B. (2001). *Cereales y productos derivados. Química y tecnología*. Editorial acribia, S.A. Zaragoza (España)
- De Souza, V. (2010). Determinación de Composición Química de Arroz Sancochado (Oriza Sativa) y su Subproducto. Bagé, Brasil: Centro de Ciencias de Laboratorio Rural.
- Dotta, G. (2010). *Calidad de grano de arroz*. Departamento de cereales, Oleaginosos y Productos Derivados. Laboratorio Tecnológico de Uruguay (LATU). [En línea]. Disponible: <https://www.latu.org.uy/> [Consulta: 2016, Noviembre 10].
- Espinosa, A. y Farías C.(2017). La cadena del arroz en Chile. [En Línea] OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS (ODEPA) Chile. Disponible: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/02/ARROZ2018Final.pdf> [consulta: 2018, Noviembre 15].
- Instituto Nacional de Nutrición. (2010). Hoja de Balance de Alimentos. [En línea]. Disponible: <http://www.inn.gob.ve/pdf/sisvan/hba2010.pdf>. [Consulta: 2015, Marzo 15]
- Juliano, B. y Bechel, D. (1985). *Rice Chemistry and Technology*. (2a Ed.). Am. Assoc. Cereal Chem. St Paul.
- Loubes, M.; Tolaba, M. (2013). *Arroz: rendimiento de molienda mediante análisis de imágenes*. Departamento de Industrias- Facultad de Ciencias exactas y Naturales. Universidad de Buenos aires. La alimentación latinoamericana N°308. Buenos aires -Argentina.
- Martinez, C. (1989). *Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz*. Guía de estudio. 3ª Ed. Serie 04SR-0701. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali - Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2000). El Cultivo del Arroz. [En línea]. Disponible: <http://www.fao.org>. [Consulta: 2015, Marzo 10].
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2005). El cultivo de arroz. [En línea]. Disponible:



<http://www.fao.org>. [Consulta: 2015, Marzo 15].

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2016). Guía para la producción sostenible de cereales. Disponible: <http://www.fao.org/3/a-i4009s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2017). Seguimiento del mercado del arroz de la FAO. Disponible: <http://www.fao.org/3/I8317ES/i8317es.pdf>

Pinceroli, M (2010). Proteínas de Arroz: Propiedades Estructurales y Funcionales. [En Línea]. Disponible: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/1828> [Consulta 2014, Mayo 25].

Saravia, L.B., y Koetz, P.R. (2002) Avaliação da Remoção de Nutrientes em Efluente de Parboilização de Arroz. Revista Brasileira de Agrociência, V. 8, N. 3.

Storck, C. (2004). Variación Química en Granos de Arroz Sometidos a Diferentes Procesamientos. Disertación de Maestría. Santa María, Brasil: Universidad de Santa María.